CHEMISCHE

UND

PHYSIKALISCH-CHEMISCHE UNTERSUCHUNG

DES

LANDGRAFENBRUNNENS

IN

BAD HOMBURG v. d. Höhe.

AUSGEFÜHRT IM CHEMISCHEN LABORATORIUM FRESENIUS

VON

Professor Dr. H. FRESENIUS.

Der Landgrafenbrunnen wurde im Jahre 1899 auf 151,20 *m* Tiefe im Homburger Quellengebiete erbohrt und zunächst nur für Badezwecke benutzt. Später wurde der Versuch gemacht, die Quelle auch zu Trinkkuren therapeutisch zu verwerten. Die erzielten Resultate waren äusserst günstig, so dass man sich entschloss, den Landgrafenbrunnen definitiv zu fassen und ihn durch Röhrenleitung an die Brunnenallee zu führen, woselbst er zu Trinkkuren in zweckentsprechender Weise mit grossem Erfolge verabreicht wird.

Im Auftrage der städtischen Kur- und Badeverwaltung zu Homburg v. d. Höhe habe ich das Mineralwasser des Landgrafenbrunnens einer ausführlichen chemischen und einer physikalisch-chemischen Untersuchung unterworfen, deren Ergebnisse ich nachstehend mitteile.

A. Chemische Untersuchung.

Die Temperatur des Mineralwassers betrug am 10. November 1904, am Auslauf gemessen, 11,00 ⁰ C., bei einer Lufttemperatur von 9 ⁰ C. und einem Barometerstand von 744 mm.

Das Wasser ist im Trinkglase und in einer 5 Liter haltenden Flasche aus weissem Glase vollkommen klar und farblos. In einem mit dem Mineralwasser gefüllten Trinkglase setzen sich nach einiger Zeit an den Wänden Gasblasen an. Der Geschmack des Wassers ist stark salzig und erfrischend. Beim Schütteln in einer halb gefüllten 5 Liter-Flasche erfolgt reichliche Kohlensäureentwicklung.

Das spezifische Gewicht des Mineralwassers ergab sich bei 14,3 ⁰ C. zu 1,010458.[1])

Das Wasser der Landgrafenquelle fängt bei längerem Stehen in offener Flasche an zu opalisieren, und zwar erst weisslich und später in's Gelbliche übergehend.

---

[1]) Bestimmt nach der von R. Fresenius angegebenen Methode, Zeitschrift für analytische Chemie, Band 1, Seite 178.

Beim Erwärmen und Kochen des Mineralwassers findet zunächst starke Gasentwicklung statt, dann tritt Opaleszenz ein, schliesslich bildet sich ein anfangs weisser, dann gelblich aussehender und zuletzt bräunlich werdender Niederschlag.

Zu Reagenzien verhält sich das der Quelle frisch entnommene Mineralwasser folgendermafsen:

Blaues Lackmuspapier färbt sich im Wasser sofort deutlich rot, an der Luft nimmt es wieder die blaue Farbe an.

Rotes Lackmuspapier zeigt anfangs keine Veränderung, beim Liegen an der Luft wird es blau.

Kurkumapapier ändert im Wasser seine Farbe nicht, beim Liegen an der Luft färbt es sich allmählich braun.

Salzsäure bewirkt eine starke Gasentwicklung; fügt man zu dem damit angesäuerten Wasser Chlorbaryumlösung hinzu, so tritt zuerst keine Veränderung ein, nach einiger Zeit entsteht eine geringe Opaleszenz.

Ammon bewirkt sofort starke Trübung.

Salpetersaures Silberoxyd erzeugt in dem mit Salpetersäure angesäuerten Wasser sofort einen dicken, käsigen Niederschlag.

Oxalsaures Ammon bewirkt sofort einen deutlichen Niederschlag.

Gerbsäure färbt das Wasser anfangs schwach rötlich, nach einiger Zeit wird die Färbung dunkler.

Gallussäure färbt das Wasser nach einiger Zeit blau-violett; die Färbung wird allmählich dunkler.

Ferrocyankalium bewirkt in dem mit Salzsäure angesäuerten Wasser nach einiger Zeit eine schwache blau-grüne Färbung.

Ferridcyankalium färbt das mit Salzsäure angesäuerte Wasser sofort deutlich blau.

Mit Jodzinkstärke und verdünnter Schwefelsäure liefert das Wasser auch nach längerem Stehen keine Blaufärbung, wodurch die Abwesenheit von salpetriger Säure erwiesen ist.

Die qualitative Analyse des Mineralwassers, nach der in R. Fresenius' Anleitung zur qualitativen chemischen Analyse, 16. Auflage, § 211 ff. angegebenen Methode ausgeführt, liess folgende Bestandteile erkennen. (Die eingeklammerten sind nur in Spuren vorhanden und wurden deshalb nicht quantitativ bestimmt.)

Basen:	Säuren und Halogene:
Natron,	Kohlensäure,
Kali,	Schwefelsäure,
(Caesion),	Phosphorsäure,
(Rubidion),	(Borsäure),
Lithion,	(Salpetersäure),
Ammon,	Arsensäure,
Kalk,	Kieselsäure,
Baryt,	Chlor,
Strontian,	Jod,
Magnesia,	Brom,
(Tonerde),	(Fluor).
Eisenoxydul,	
Manganoxydul.	

Die quantitative Analyse wurde im wesentlichen nach den Methoden ausgeführt, welche in R. Fresenius' Anleitung zur quantitativen chemischen Analyse, 6. Auflage, § 208 ff. angegeben sind.

Nachstehend teile ich unter I. die Originalzahlen, unter II. die Berechnung der Analyse, unter III. die Kontrolle derselben und unter IV. die Zusammenstellung der Resultate mit.

I. Originalzahlen.

1. Bestimmung des Chlors.

a) 50,55 *g* Wasser lieferten 1,4938 *g* Chlor-, Brom- und Jodsilber, entsprechend . . . . 29,550940 p. M.

b) 50,50 *g* Wasser lieferten 1,4928 *g* Chlor-, Brom- und Jodsilber, entsprechend . . . . 29,560396 « «

Mittel . . 29,555668 p. M.

Zieht man hiervon ab das dem Brom und Jod entsprechende Brom- und Jodsilber, nämlich:

für Brom: Bromsilber nach 2 b 0,007544 p. M.
für Jod: Jodsilber nach 2 a . 0,000028 « «

Summe . . 0,007572 « «

so bleibt Chlorsilber . . 29,548096 p. M.
entsprechend Chlor . 7,305621 « «

2. Bestimmung des Jods und Broms.

a) 42300 *g* Wasser lieferten so viel freies, in Schwefelkohlenstoff gelöstes Jod, dass zu dessen Überführung in Jodnatrium 5,26 *cc* einer Lösung von Natriumthiosulfat erforderlich waren, von welcher 10,00 *cc* 0,001229 *g* Jod entsprachen. Hieraus berechnet sich ein Gehalt an Jod von 0,000646 *g*, entsprechend . . . . 0,000015 p. M.

entsprechend Jodsilber . 0,000028 « «

b) Die vom Jod getrennte Lösung ergab, mit Silberlösung gefällt, 4,0240 *g* Chlor-Bromsilber.

α) 1,4986 *g* desselben ergaben, im Chlorstrome geschmolzen, eine Gewichtsabnahme von 0,0280 *g*. Die Gesamtmenge des Chlor-Bromsilbers hätte somit abgenommen um . . . . 0,0752 *g*

β) 1,5410 *g* Chlor-Bromsilber nahmen ab um 0,0291 *g*, demnach die Gesamtmenge um . . . . 0,0760 *g*

Abnahme des Chlor-Bromsilbers im Mittel . . 0,0756 *g*

Hieraus berechnet sich der Bromsilbergehalt der 42300 *g* Wasser zu 0,319130 *g* oder . . . . . 0,007544 p. M.

entsprechend Brom . 0,003210 « «

3. Bestimmung der Schwefelsäure.

a) 515,00 *g* Wasser lieferten 0,0292 *g* schwefelsauren Baryt, entsprechend Schwefelsäure . . . . 0,019443 p. M.

b) 519,00 *g* Wasser lieferten 0,0295 *g* schwefelsauren Baryt, entsprechend Schwefelsäure . . . . 0,019492 « «

Mittel . . 0,019468 p. M.

4. Bestimmung der Kohlensäure.

a) 154,3764 *g* Wasser lieferten in Natronkalkröhren aufgefangene Kohlensäure 0.4999 *g*, entsprechend . . 3,238189 p. M.

b) 128.8050 *g* Wasser lieferten 0.4147 *g* Kohlensäure, entsprechend . . . . 3,219597 « «

Mittel . . 3,228893 p. M.

5. Bestimmung der Kieselsäure.

a) 2174,8 *g* Wasser lieferten 0,0752 *g* Kieselsäure, entsprechend . . . . 0,034578 p. M.

b) 2113,9 *g* Wasser lieferten 0,0733 *g* Kieselsäure, entsprechend . . . . 0,034675 « «

Mittel . . 0,034627 p. M.

6. Bestimmung des Eisenoxyduls.

a) Das Filtrat von 5a lieferte 0,0708 *g* Eisenoxyd, entsprechend Eisenoxydul . . . . 0,029299 p. M.

b) Das Filtrat von 5b lieferte 0,0690 *g* Eisenoxyd, entsprechend Eisenoxydul . . . . 0,029377 « «

Mittel . . 0,029338 p. M.

7. Bestimmung des Kalks.

a) Das in 6a erhaltene Filtrat wurde in schwach essigsaurer Lösung mit oxalsaurem Ammon gefällt. Die oxalsauren Salze ergaben, in kohlensaure Verbindungen übergeführt, 5,0058 *g* kohlensauren Kalk und Strontian, entsprechend . . . . 2,301729 p. M.

b) Das Filtrat von 6b lieferte 4.8734 *g* kohlensauren Kalk und Strontian, entsprechend . . . . 2.305407 « «

Mittel . . 2.303568 p. M.

Zieht man hiervon ab die nach 12c vorhandene Menge kohlensauren Strontians mit . . . . 0,038559 « «

so bleibt kohlensaurer Kalk . . 2,265009 p. M.

entsprechend Kalk . . 1,268405 « «

8. Bestimmung der Magnesia.

a) Das Filtrat von 7 a lieferte 2,0912 *g* pyrophosphorsaure Magnesia, entsprechend Magnesia . . 0.348497 p. M.

b) Das Filtrat von 7 b lieferte 2,0332 *g* pyrophosphorsaure Magnesia, entsprechend Magnesia . . 0,348593 « «

Mittel . . 0,348545 p. M.

9. Bestimmung der Chloralkalimetalle.

a) Das Filtrat von 3 a lieferte 5,2885 *g* vollkommen reine Chloralkalimetalle, entsprechend . . 10,268932 p. M.

b) Das Filtrat von 3 b lieferte 5,3302 *g* vollkommen reine Chloralkalimetalle, entsprechend . . . 10,270135 « «

Mittel . . 10,269534 p. M.

10. Bestimmung des Kalis.

a) 515 *g* Wasser lieferten 0,6212 *g* Kaliumplatinchlorid, entsprechend Kali . . . . 0,232896 p. M.

b) 519 *g* Wasser lieferten 0,6257 *g* Kaliumplatinchlorid, entsprechend Kali . . . . 0,232775 « «

Mittel . . 0,232836 p. M.

11. Bestimmung des Lithions.

24000 *g* Wasser lieferten reines basisch-phosphorsaures Lithion 0,4536 *g*, entsprechend Lithion . . . 0,007341 p. M.

oder Chlorlithium 0,020748 « «

12. Bestimmung des Manganoxyduls, des Baryts und Strontians.

a) 42300 *g* Wasser lieferten 0,0353 *g* Manganoxyduloxyd, entsprechend Manganoxydul . . . . 0,000776 p. M.

b) 42300 *g* Wasser lieferten 0,0715 *g* chromsauren Baryt, entsprechend Baryt . . . . . . 0,001023 « «

c) 8460 *g* Wasser lieferten 0,4059 *g* schwefelsauren Strontian, entsprechend Strontian . . . . 0,027064 « «

entsprechend kohlensaurem Strontian 0,038559 « «

13. Bestimmung des Ammons.

2075,5 *g* Wasser wurden unter Zusatz von etwas Salzsäure eingekocht, alsdann nach Zufügen von gebrannter Magnesia abdestilliert und das Destillat in einer etwas Salzsäure enthaltenden Vorlage aufgefangen. Der entstandene Salmiak, in Ammoniumplatinchlorid übergeführt, lieferte 0,0098 *g* Platin, entsprechend Ammonium . . . . 0,000876 p. M.

14. Bestimmung der Arsensäure und der Phosphorsäure.

a) 55000 *g* Wasser, der Inhalt eines grossen Ballons, wurden auf etwa 5 Liter eingedampft und mit Salzsäure bis zu deutlich saurer Reaktion versetzt. Man fügte nun etwas Eisenchlorid, dann überschüssigen gefällten reinen kohlensauren Kalk zu, mischte wiederholt und liess schliesslich den entstandenen ockerfarbenen Niederschlag sich absetzen. Derselbe musste neben überschüssigem Eisenoxydhydrat alle Arsensäure und Phosphorsäure enthalten. Man filtrierte ihn ab, wusch ihn aus, löste in Salzsäure und behandelte mit Schwefelwasserstoff unter Erwärmen. Nach längerem Stehen in der Kälte wurde der entstandene Niederschlag abfiltriert, ausgewaschen und in Bromsalzsäure gelöst. Die Lösung versetzte man mit Eisenchlorür, brachte sie in einen Destillationsapparat, destillierte bis auf einen kleinen Rest ab, fügte zum Rückstand Salzsäure von 1,19 spez. Gew., destillierte neuerdings und wiederholte dies, bis das letzte Destillat durch Schwefelwasserstoff nicht mehr gefällt wurde. Die vereinigten Destillate, mit Schwefelwasserstoff gefällt, ergaben nach dem Behandeln mit Alkohol, Schwefelkohlenstoff und wiederum mit Alkohol 0,0044 *g* Arsensulfür, entsprechend Arsensäure . . . . . 0,000075 p. M.

b) Das in a bei der Fällung mit Schwefelwasserstoff erhaltene Filtrat wurde nach Abscheidung der Kieselsäure wiederholt mit Salpetersäure im Wasserbade verdampft, die Phosphorsäure als phosphormolybdänsaures Ammon gefällt und dieser Niederschlag in phosphorsaure Ammonmagnesia übergeführt. Nach dem Glühen erhielt man daraus pyrophosphorsaure Magnesia 0,0132 *g*, entsprechend Phosphorsäure . . 0,000153 p. M.

15. Bestimmung des Natrons.

Chloralkalimetalle sind vorhanden (nach 9) . .		10,269534 p. M.
Davon geht ab:		
Chlorkalium (nach 10)	0,368389 p. M.	
Chlorlithium (nach 11)	0,020748 « «	
Summe . .		0,389137 « «
Rest: Chlornatrium		9,880397 p. M.
entsprechend Natron		5,244211 « «

16. Bestimmung der beim Abdampfen mit Schwefelsäure und Glühen in einer Atmosphäre von kohlensaurem Ammon sich ergebenden Sulfate etc.

265,90 *g* Wasser lieferten Sulfate etc. 4,4504 *g*, entsprechend . . . . 16,737119 p. M.

II. Berechnung der Analyse.

a) Schwefelsaurer Baryt.

Baryt ist vorhanden (12 b)	0,001023 p. M.
bindend Schwefelsäure	0,000534 « «
zu schwefelsaurem Baryt . .	0,001557 p. M.

b) Schwefelsaurer Strontian.

Schwefelsäure ist vorhanden (3)	0,019468 p. M.
Davon ist gebunden an Baryt	0,000534 « «
Rest: Schwefelsäure . .	0,018934 p. M.
bindend Strontian	0,024501 « «
zu schwefelsaurem Strontian . .	0,043435 p. M.

c) Phosphorsaurer Kalk.

Phosphorsäure ist vorhanden (14 b)	0,000153 p. M.
bindend Kalk	0,000181 « «
zu dreibasisch phosphorsaurem Kalk . .	0,000334 p. M.

d) Arsensaurer Kalk.

Arsensäure ist vorhanden (14 a)	0,000075 p. M.
bindend Kalk	0,000055 « «
zu arsensaurem Kalk . .	0,000130 p. M.

e) Bromnatrium.

Brom ist vorhanden (2 b)	0,003210 p. M.
bindend Natrium	0,000925 « «
zu Bromnatrium . .	0,004135 p. M.

f) Jodnatrium.

Jod ist vorhanden (2 a)	0,000015 p. M.
bindend Natrium	0,000003 « «
zu Jodnatrium . .	0,000018 p. M.

g) Chlornatrium.

Natron ist vorhanden (15)		5,244211 p. M.
entsprechend Natrium		3,893046 « «
Davon ist gebunden:		
an Jod (f)	0,000003 p. M.	
« Brom (e)	0,000925 « «	
Summe . .		0,000928 « «
Rest: Natrium . .		3,892118 p. M.
bindend Chlor . .		5,985926 « «
zu Chlornatrium . .		9,878044 p. M.

h) Chlorkalium.

Kali ist vorhanden (10)	0,232836 p. M.
entsprechend Kalium	0,193330 « «
bindend Chlor	0,175059 « «
zu Chlorkalium . .	0,368389 p. M.

i) Chlorlithium.

Lithion ist vorhanden (11)	0,007341 p. M.
entsprechend Lithium	0.003433 « «
bindend Chlor	0,017315 « «
zu Chlorlithium . .	0,020748 p. M.

k) Chlorammonium.

Ammonium ist vorhanden (13)	0.000876 p. M.
bindend Chlor	0,001718 « «
zu Chlorammonium . .	0.002594 p. M.

l) Chlorkalzium.

Chlor ist vorhanden (1)		7,305621 p. M.
Davon ist gebunden:		
an Natrium	5,985926 p. M.	
« Kalium	0,175059 « «	
« Lithium	0,017315 « «	
« Ammonium	0,001718 « «	
Summe . .		6,180018 « «
Rest Chlor . .		1,125603 p. M.
bindend Kalzium . .		0,635037 « «
zu Chlorkalzium . .		1,760640 p. M.

m) Kohlensaurer Kalk.

Kalk ist vorhanden (7)		1,268405 p. M.
Davon ist gebunden:		
als Kalzium an Chlor	0,889052 p. M.	
an Arsensäure	0,000055 « «	
« Phosphorsäure	0,000181 « «	
Summe . .		0,889288 « «
Rest Kalk . .		0,379117 p. M.
bindend Kohlensäure . .		0,297878 « «
zu einfach kohlensaurem Kalk . .		0,676995 p. M.

n) Kohlensaure Magnesia.

Magnesia ist vorhanden (8)	0,348545 p. M.
bindend Kohlensäure	0,379980 « «
zu einfach kohlensaurer Magnesia . .	0,728525 p. M.

o) Kohlensaurer Strontian.

Strontian ist vorhanden (12 c)	0,027064 p. M.
Davon ist gebunden an Schwefelsäure	0,024501 « «
Rest Strontian . .	0,002563 p. M.
bindend Kohlensäure . .	0,001089 « «
zu einfach kohlensaurem Strontian . .	0,003652 p. M.

p) Kohlensaures Eisenoxydul.

Eisenoxydul ist vorhanden (6)	0,029338 p. M.
bindend Kohlensäure	0,017929 « «
zu einfach kohlensaurem Eisenoxydul . .	0,047267 p. M.

q) Kohlensaures Manganoxydul.

Manganoxydul ist vorhanden (12 a)	0,000776 p. M.
bindend Kohlensäure	0,000481 « «
zu einfach kohlensaurem Manganoxydul . .	0,001257 p. M.

r) Kieselsäure.

Kieselsäure ist vorhanden (5) . . . . 0,034627 p. M.

s) Freie Kohlensäure.

Kohlensäure ist vorhanden (4) . . . . 3,228893 p. M.

Davon ist gebunden zu neutralen Salzen:

an Kalk (m)	0,297878 « «	
« Magnesia (n)	0,379980 « «	
« Strontian (o)	0,001089 « «	
« Eisenoxydul (p)	0,017929 « «	
« Manganoxydul (q)	0,000481 « «	
Summe . .		0,697357 « «
Rest: Kohlensäure . .		2,531536 p. M.

Davon ist mit den einfach kohlensauren Salzen zu Bikarbonaten verbunden . . . . 0,697357 « «

Rest: völlig freie Kohlensäure . . 1,834179 p. M.

III. Kontrolle der Analyse.

Berechnet man die einzelnen Bestandteile des Wassers auf den Zustand, in welchem sie in dem Rückstande enthalten sein müssen, der in 16 durch Abdampfen mit Schwefelsäure und Glühen in einer Atmosphäre von kohlensaurem Ammon erhalten wurde, so ergeben sich folgende Zahlen:

Gefunden:	Natron 5,244211 p. M., berechnet als schwefelsaures Natron	12,005105 p. M.
«	Kali 0,232836 p. M., berechnet als schwefelsaures Kali	0,430512 « «
«	Lithion 0,007341 p. M., berechnet als schwefelsaures Lithion	0,026893 « «
«	Baryt 0,001023 p. M., berechnet als schwefelsaurer Baryt . . . . , .	0,001557 « «
«	Strontian 0,027064 p. M., berechnet als schwefelsaurer Strontian	0,047979 « «
«	Kalk 1,268405 p. M., berechnet als schwefelsaurer Kalk	3,081771 « «
«	Magnesia 0,348545 p. M., berechnet als schwefelsaure Magnesia	1,039935 « «
«	Eisenoxydul 0,029338 p. M., berechnet als Eisenoxyd	0,032598 « «
«	Manganoxydul 0,000776 p. M., berechnet als schwefelsaures Manganoxydul . .	0,001651 « «
«	Arsensäure	0,000075 « «
«	Phosphorsäure	0,000153 « «
«	Kieselsäure	0,034627 « «
	Summe . .	16,702856 p. M.

Direkt gefunden wurden (16) . . . . 16,737119 « «

IV. Zusammenstellung der Resultate.

Bestandteile des Landgrafenbrunnens zu Homburg v. d. Höhe.

a) Die kohlensauren Salze als einfache Karbonate und sämtliche Salze ohne Kristallwasser berechnet:

α) In wägbarer Menge vorhandene Bestandteile:

	In 1000 Gewichtsteilen Wasser Teile:
Chlornatrium ($NaCl$)	9,878044
Chlorkalium (KCl)	0,368389
Chlorlithium ($LiCl$)	0,020748
Chlorammonium (NH_4Cl)	0,002594
Chlorkalzium ($CaCl_2$)	1,760640
Bromnatrium ($NaBr$)	0,004135
Jodnatrium (NaJ)	0,000018
Schwefelsaurer Baryt ($BaSO_4$)	0,001557
Schwefelsaurer Strontian ($SrSO_4$)	0,043435
Kohlensaurer Strontian ($SrCO_3$)	0,003652
« Kalk ($CaCO_3$)	0,676995
Kohlensaure Magnesia ($MgCO_3$)	0,728525
Kohlensaures Eisenoxydul ($FeCO_3$)	0,047267
« Manganoxydul ($MnCO_3$)	0,001257
Arsensaurer Kalk [$Ca_3(AsO_4)_2$]	0,000130
Phosphorsaurer Kalk [$Ca_3(PO_4)_2$]	0,000334
Kieselsäure (SiO_2)	0,034627
Summe	13,572347
Kohlensäure, mit den einfachen Karbonaten zu Bikarbonaten verbundene	0,697357
Kohlensäure, völlig freie	1,834179
Summe aller Bestandteile	16,103883

β) In unwägbarer Menge vorhandene Bestandteile

Rubidium, Caesium, Tonerde, Fluor, Borsäure, Salpetersäure.

b) Die kohlensauren Salze als wasserfreie Bikarbonate und sämtliche Salze ohne Kristallwasser berechnet:

α) In wägbarer Menge vorhandene Bestandteile:

	In 1000 Gewichtsteilen Wasser Teile:
Chlornatrium ($NaCl$)	9,878044
Chlorkalium (KCl)	0,368389
Chlorlithium ($LiCl$)	0,020748
Chlorammonium (NH_4Cl)	0,002594
Chlorkalzium ($CaCl_2$)	1,760640
Bromnatrium ($NaBr$)	0,004135
Jodnatrium (NaJ)	0,000018
Schwefelsaurer Baryt ($BaSO_4$)	0,001557
Schwefelsaurer Strontian ($SrSO_4$)	0,043435
Doppelt kohlensaurer Strontian [$SrO(CO_2)_2$]	0,004741
« « Kalk [$CaO(CO_2)_2$]	0,974873
« kohlensaure Magnesia [$MgO(CO_2)_2$]	1,108505
« kohlensaures Eisenoxydul [$FeO(CO_2)_2$]	0,065196
« « Manganoxydul [$MnO(CO_2)_2$]	0,001738
Arsensaurer Kalk [$Ca_3(AsO_4)_2$]	0,000130
Phosphorsaurer Kalk [$Ca_3(PO_4)_2$]	0,000334
Kieselsäure (SiO_2)	0,034627
Summe	14,269704
Kohlensäure, völlig freie	1,834179
Summe aller Bestandteile	16,103883

β) In unwägbarer Menge vorhandene Bestandteile:

Siehe a.

Auf Volumina berechnet beträgt bei Quellentemperatur (11° C.) und Normalbarometerstand die freie und halbgebundene Kohlensäure in 1000 *cc* Wasser . . . . 1332,48 *cc*

die völlig freie Kohlensäure . . . . 965,28 *cc*.

c) Die Bestandteile des Mineralwassers. unter der Annahme vollständiger Dissoziation als Ionen ausgedrückt.

Nimmt man an, dass die Salze in dem Mineralwasser vollständig dissoziiert sind, so gibt die folgende Tabelle den Gehalt eines Liters desselben in Ionen an, und zwar sind in der ersten Spalte die Gramme, in der zweiten die Milligramm-Atom-, bezw. -Molekulargewichte (Milli-Molen) und in der dritten die Milligramm-Äquivalentgewichte pro Liter angeführt.

Die Kieselsäure und die freie Kohlensäure sind nicht auf Ionen berechnet worden. weil sie nur einer sehr geringen Dissoziation fähig sind.

	Gramm.	Milli-Mol.	Milligramm-Äquivalente.
Kationen in 1 Liter.			
Kalium-Ion ($K^{\cdot}$)	0,195351	4,9898	4.9898
Natrium-Ion ($Na^{\cdot}$)	3.933759	170.6620	170,6620
Lithium-Ion ($Li^{\cdot}$)	0.003469	0,4943	0.4943
Ammonium-Ion ($NH_4^{\cdot}$) . .	0,000885	0,0490	0.0490
Kalzium-Ion ($Ca^{\cdot\cdot}$)	0.915479	22,8870	45.7740
Magnesium-Ion ($Mg^{\cdot\cdot}$) . .	0,212570	8,7260	17,4520
Baryum-Ion ($Ba^{\cdot\cdot}$)	0,000926	0.0067	0.0134
Strontium-Ion ($Sr^{\cdot\cdot}$) . . .	0,023123	0.2640	0,5280
Eisen-Ion ($Fe^{\cdot\cdot}$)	0.023057	0,4117	0.8234
Mangan-Ion ($Mn^{\cdot\cdot}$) . . .	0.000607	0.0110	0,0220
			240.8079
Anionen in 1 Liter.			
Chlor-Ion (Cl')	7,382023	208.2376	208,2376
Brom-Ion (Br')	0,003244	0,0406	0,0406
Jod-Ion (J')	0,000015	0,0001	0.0001
Einwertiges Kohlensäure-Ion (HCO_3')	1,954123	32.0295	32.0295
Zweiwertiges Schwefelsäure-Ion (SO_4'')	0,023602	0.2457	0,4914
Dreiwertiges Phosphorsäure-Ion (PO_4''')	0,000207	0,0022	0,0066
Dreiwertiges Arsensäure-Ion (AsO_4''')	0.000092	0,0007	0,0021
			240,8079
Freie Kieselsäure (H_2SiO_3) in 1 Liter	0.045428	0.5793	
Freies Kohlendioxyd (CO_2) in 1 Liter	1.853361	42.1218	

B. Physikalisch-chemische Untersuchung.

Die physikalisch-chemische Untersuchung erstreckte sich auf die Bestimmung der spezifischen Leitfähigkeit und auf die Bestimmung der Gefrierpunktserniedrigung. Die Untersuchungen wurden an der Mineralquelle selbst mit frisch entnommenem Mineralwasser ausgeführt. Die Bestimmung der Leitfähigkeit geschah an demselben Tage, an welchem auch die Entnahme des Mineralwassers für die chemische Analyse erfolgte, am 10. November 1904. Die Bestimmung der Gefrierpunktserniedrigung führte mein Assistent, Dr. Czapski, am darauffolgenden Tage (11. November 1904) aus.

Dadurch ist gewährleistet, dass das zu den chemisch-physikalischen Untersuchungen benutzte Mineralwasser von genau derselben Beschaffenheit war wie das zur chemischen Analyse verwandte.

Spezifische Leitfähigkeit.

Die spezifische Leitfähigkeit wurde mit Hilfe der Telephonmessbrücke bestimmt. Die Länge des gerade ausgespannten Brückendrahtes betrug 1000 *mm*. Das Widerstandsgefäss hatte die Kohlrausch'sche **U**-förmige Form und stand in einem durch einen schlechten Wärmeleiter gegen die Aussentemperatur geschützten Blechkasten, in dem man den Zu- und Abfluss des Mineralwassers so regulieren konnte, dass der Wasserstand in demselben genau bis zum Niveau des oberen Randes des **U**-Rohres reichte.

Der Apparat wurde direkt an dem Ausfluss der Quelle im Kurgarten aufgestellt. Nachdem das Mineralwasser etwa eine Stunde durch den Blechkasten gelaufen war, erreichte es eine konstante Temperatur von 11,3 ^{0} C., die also der wirklichen Temperatur der Quelle, 11 ^{0} C., sehr nahe lag.

Die Ergebnisse der Einzelbestimmungen sind folgende:

Kapazität des Widerstandsgefässes.

Inhalt: $^1/_{10}$ Normal-Chlorkalium-Lösung.

Temperatur: $+ 12^0$ C.

Widerstand R im Rheostat.	Ablesung a auf dem Brückendraht.	$\frac{a}{1000-a}$.	Gesuchter Widerstand.
Ω	mm		Ω
1300	178	0,21655	281,50
1850	133	0,15340	283,79
800	261	0,35318	282,55
1520	157	0,18624	283,08
720	281	0,39083	281,39
			282,46 Ω

Spezifische Leitfähigkeit $\varkappa_{12,0^0} = 0{,}00979$ (nach Kohlrausch).

Kapazität des Gefässes: $C = 0{,}00979 \times 282{,}46 =$ **2,7653.**

Bestimmung der Leitfähigkeit.

Temperatur: $+ 11{,}3^0$ C.

Widerstand R im Rheostat.	Ablesung a auf dem Brückendraht.	$\frac{a}{1000-a}$	Gesuchter Widerstand.
Ω	mm		Ω
1000	145	0,16959	169,59
700	195	0,24223	169,59
1300	115	0,12995	168,93
1700	90	0,09890	168,13
1050	140	0,16279	170.93
590	223	0,28700	169.33
1200	123	0,14025	168.30
440	279	0,38695	170,26
330	341	0,51744	170,75
			169,53 Ω

$$\varkappa_{11,3^0} = \frac{C}{169{,}53} = \mathbf{0{,}016311 \text{ rezipr. Ohm.}}$$

Die spezifische Leitfähigkeit des Wassers des Landgrafenbrunnens zu Homburg v. d. H. bei 11,3 ° C., d. h. die Leitfähigkeit einer Schicht von 1 *cm* Länge und 1 *qcm* Querschnitt beträgt hiernach 0,016311 reziproke Ohm.

Nach der Zusammenstellung, Seite 18, enthält 1 Liter Mineral-240,8079 *mg*-Äquivalente Kationen und 240,8079 *mg*-Äquivalente Anionen, daher auch dieselbe Anzahl *mg*-Äquivalente Salze. Hieraus berechnet sich die Äquivalent-Konzentration eines Kubikzentimeters Wasser des Landgrafenbrunnens zu 0,0002408079.

Dividiert man die spezifische Leitfähigkeit $\varkappa_{11,3^0} = 0,016311$ durch die Äquivalent-Konzentration 0,0002408079, so erhält man die Äquivalentleitfähigkeit Λ, bezogen auf 1/(*cm*-Ohm) bei 11,3 ° C. zu 67,82.

Gefrierpunkts-Erniedrigung.

Behufs Bestimmung der Gefrierpunkts-Erniedrigung wurde das Wasser des Landgrafenbrunnens direkt vom Auslaufhahn, um jeden Verlust an Kohlensäure zu vermeiden, in Flaschen gefüllt und diese fest zugestopft in Eis gestellt. Nach längerer Zeit wurde das so abgekühlte Wasser in das in der Kältemischung befindliche Gefriergefäss des Beckmann'schen Apparates gebracht und die Bestimmung ausgeführt. Es ergab sich eine Gefrierpunkts-Erniedrigung des Wassers des Landgrafenbrunnens von —0,820 ° C.

Hieraus berechnet sich die osmotische Konzentration der im Wasser des Landgrafenbrunnens zu Homburg v. d. H. gelösten Stoffe zu

$$\frac{-0,820}{-1,85} = 0,443240 \text{ Molen.}$$

C. Charakter des Landgrafenbrunnens und Vergleichung desselben mit anderen Mineralquellen.

Der Landgrafenbrunnen gehört, wie alle Homburger Mineralquellen, zu den kalten Kochsalzquellen und wird sowohl zur Trink- wie zur Badekur verwendet.

Der Landgrafenbrunnen ist die an gelösten Bestandteilen überhaupt und besonders an Kochsalz reichste der Homburger Mineralquellen. Sein Verhältnis zu dem bisher am meisten benutzten Elisabethenbrunnen geht aus der nachstehenden Tabelle hervor,

in welcher ich die Analyse desselben zusammenstelle mit der von mir im Jahre 1901 ausgeführten ausführlichen chemischen Analyse des Elisabethenbrunnens, die in der von der Medizinischen Gesellschaft zu Homburg v. d. H. in diesem Jahre herausgegebenen Druckschrift »Bad Homburg v. d. H. und seine Heilfaktoren« veröffentlicht worden ist.

Vergleichende Zusammenstellung der Analysen des Landgrafenbrunnens und des Elisabethenbrunnens zu Homburg v. d. H. hinsichtlich der in wägbarer Menge vorhandenen Bestandteile.

(Die kohlensauren Salze als wasserfreie Bikarbonate und sämtliche Salze ohne Kristallwasser berechnet.)

	In 1000 Gewichtsteilen Wasser Teile:	
	Landgrafenbrunnen H. Fresenius **1904**	Elisabethenbrunnen H. Fresenius **1901**
Chlornatrium (Na Cl)	9,878044	7,767251
Chlorkalium (K Cl)	0,368389	0,272864
Chlorlithium (Li Cl)	0.020748	0,015136
Chlorammonium (Na_4 Cl)	0.002594	0,010848
Chlorkalzium ($CaCl_2$)	1,760640	1,281842
Bromnatrium (Na Br)	0,004135	0,002954
Jodnatrium (Na J)	0,000018	0,000032
Schwefelsaurer Baryt ($BaSO_4$) . .	0,001557	0,001020
Schwefelsaurer Strontian ($SrSO_4$) .	0,043435	0,018038
Schwefelsaurer Kalk	—	0.019594
Doppelt kohlensaurer Strontian [$SrO(CO_2)_2$]	0,004741	—
Doppelt kohlensaurer Kalk [$CaO(CO_2)_2$]	0,974873	0,802482
Doppelt kohlensaure Magnesia [$MgO(CO_2)_2$]	1,108505	0,780704
Doppelt kohlensaures Eisenoxydul [$FeO(CO_2)_2$]	0,065196	0,031527
Doppelt kohlensaures Manganoxydul [$MnO(CO_2)_2$]	0,001738	0,001753
Arsensaurer Kalk [$Ca_3(AsO_4)_2$] . .	0,000130	0.000199
Phosphorsaurer Kalk [$Ca_3(PO_4)_2$] .	0,000334	0.000814
Kieselsäure (SiO_2)	0.034627	0,025616
Summe . .	14,269704	11,032674
Kohlensäure, völlig freie (CO_2) . .	1,834179	2,300613
Summe aller Bestandteile . .	16,103883	13,333287

Aus der Tabelle ist ersichtlich, dass der Landgrafenbrunnen den Elisabethenbrunnen übertrifft im Gesamtgehalt aller Bestandteile, im Gehalt an Kochsalz, an Chlorkalium, Chlorlithium, Chlorkalzium, Bromnatrium, doppelt kohlensaurem Kalk, doppelt kohlensaurer Magnesia und doppelt kohlensaurem Eisenoxydul. Der Elisabethenbrunnen dagegen weist einen höheren Gehalt an völlig freier Kohlensäure auf als der Landgrafenbrunnen.

Welche Stellung der Landgrafenbrunnen zu Homburg v. d. H. anderen Kochsalzquellen gegenüber einnimmt, geht aus den folgenden vergleichenden Zusammenstellungen hervor, zu welchen ich heranziehe, ausser dem Elisabethenbrunnen zu Homburg v. d. H., die Rakoczy- und Pandur-Quelle zu Kissingen und die Salzquelle zu Pyrmont. Die vergleichenden Zusammenstellungen betreffen die Gehalte an 1. Kochsalz, 2. Chlorlithium, 3. Bromnatrium, 4. Jodnatrium, 5. Chlorkalzium, 6. kohlensaurem Kalk, 7. kohlensaurer Magnesia und 8. kohlensaurem Eisenoxydul.

1. Vergleichung des Gehaltes an Kochsalz.

	In 1000 Gewichtsteilen Wasser sind enthalten Gewichtsteile Kochsalz:
Homburg v. d. H., Landgrafenbrunnen .	9,878044
« , Elisabethenbrunnen .	7,767251
Pyrmont, Salzquelle	7,05747
Kissingen, Rakoczy-Quelle	5,82205
« , Pandur-Quelle	5,52071

2. Vergleichung des Gehaltes an Chlorlithium.

	In 1000 Gewichtsteilen Wasser sind enthalten Gewichtsteile Chlorlithium.
Homburg v. d. H. Landgrafenbrunnen .	0,020748
Kissingen, Rakoczy-Quelle	0,02002
« , Pandur-Quelle	0,01680
Homburg v. d. H., Elisabethenbrunnen .	0,015136
Pyrmont, Salzquelle	0,00625

3. Vergleichung des Gehaltes an Bromnatrium.

	In 1000 Gewichtsteilen Wasser sind enthalten Gewichtsteile Bromnatrium.
Kissingen, Rakoczy-Quelle	0,00838
« , Pandur-Quelle	0,00709
Homburg v. d. H., Landgrafenbrunnen .	0,004135
« , Elisabethenbrunnen .	0,002954
Pyrmont, Salzquelle . , ...	—

4. Vergleichung des Gehaltes an Jodnatrium.

	In 1000 Gewichtsteilen Wasser sind enthalten Gewichtsteile Jodnatrium.
Homburg v. d. H., Elisabethenbrunnen . .	0,000032
Homburg v. d. H., Landgrafenbrunnen .	0,000018
Kissingen, Rakoczy-Quelle	—
« , Pandur-Quelle	—
Pyrmont, Salzquelle	—

5. Vergleichung des Gehaltes an Chlorkalzium.

	In 1000 Gewichtsteilen Wasser sind enthalten Gewichtsteile Chlorkalzium.
Homburg v. d. H., Landgrafenbrunnen .	1,760640
« , Elisabethenbrunnen .	1,281842
Kissingen, Rakoczy-Quelle	—
« , Pandur-Quelle	--
Pyrmont, Salzquelle	—

6. Vergleichung des Gehaltes an kohlensaurem Kalk.

	In 1000 Gewichtsteilen Wasser sind enthalten Gewichtsteile kohlensaurer Kalk.
Pyrmont, Salzquelle	1,68860
Kissingen, Rakoczy-Quelle	1,06096
« , Pandur-Quelle	1,01484
Homburg v. d. H., Landgrafenbrunnen .	0,676995
« , Elisabethenbrunnen .	0,557279

7. Vergleichung des Gehaltes an kohlensaurer Magnesia.

	In 1000 Gewichtsteilen Wasser sind enthalten Gewichtsteile kohlensaure Magnesia.
Homburg v. d. H., Landgrafenbrunnen .	0,728525
« , Elisabethenbrunnen .	0,512337
Kissingen, Pandur-Quelle	0,04479
Pyrmont, Salzquelle	0,02495
Kissingen, Rakoczy-Quelle	0,01704

8. Vergleichung des Gehaltes an kohlensaurem Eisenoxydul.

	In 1000 Gewichtsteilen Wasser sind enthalten Gewichtsteile kohlensaures Eisenoxydul.
Homburg v. d. H., Landgrafenbrunnen .	0,047267
Kissingen, Rakoczy-Quelle	0,03158
« , Pandur-Quelle	0,02771
Homburg v. d. H., Elisabethenbrunnen .	0,022857
Pyrmont, Salzquelle	—